

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. Mai 2003 (01.05.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/036281 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01N 27/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/03770

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Oktober 2002 (04.10.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 51 328.3 17. Oktober 2001 (17.10.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

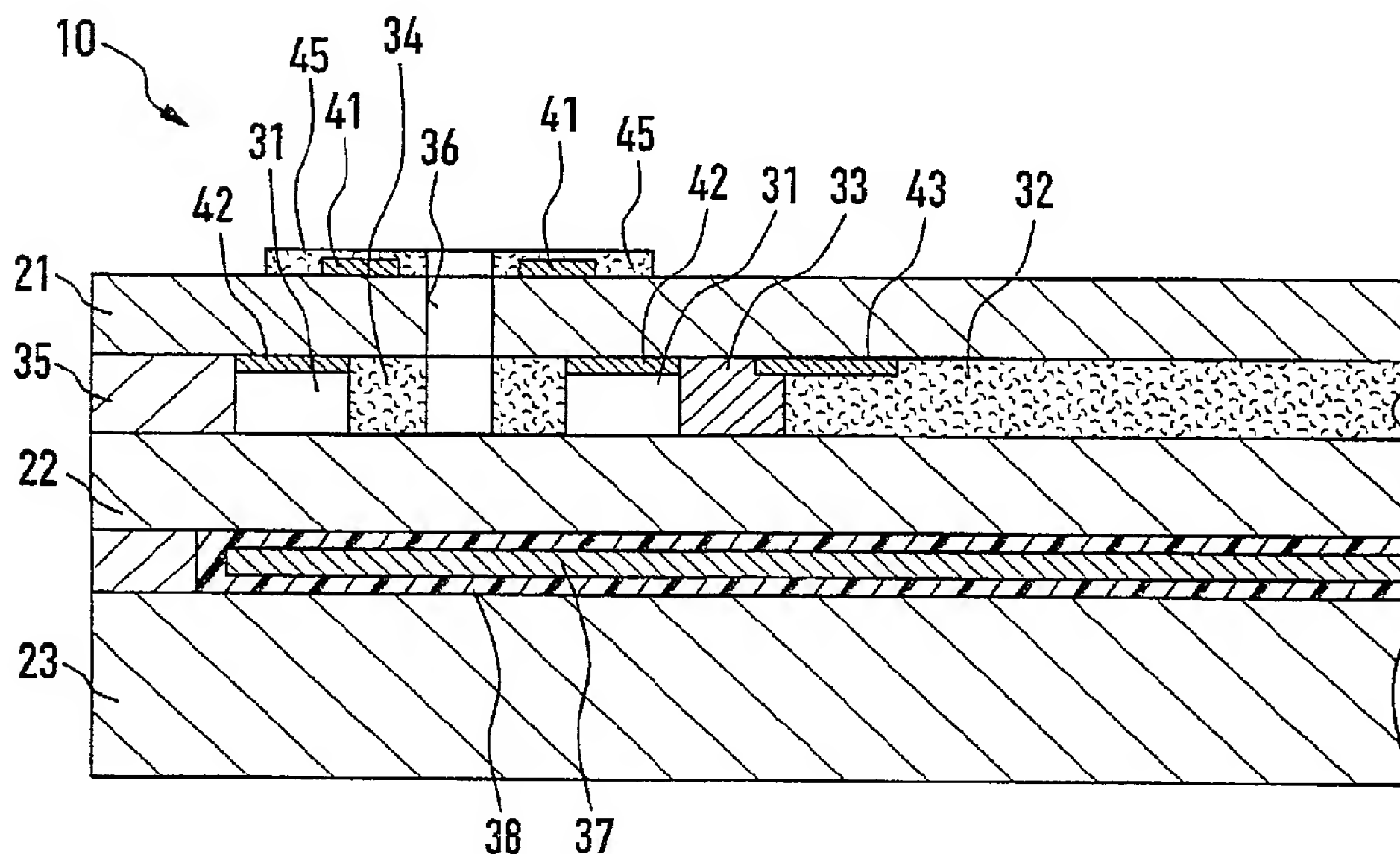
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHEER, Heiner**
[DE/DE]; Hauptstrasse 21, 89180 Berghülen (DE).
SPRINGHORN, Carsten [DE/DE]; Elisabethenstraße
34, 70197 Stuttgart (DE). **RENZ, Hans-Joerg** [DE/DE];
Uhlbergstrasse 5, 70771 Leinfelden-Echterdingen (DE).
HAAG, Frank [DE/DE]; Rainhalde 19, 73527 Hussen-
hofen (DE). **STRASSNER, Walter** [DE/DE]; Schorn-
bacher Weg 37/16, 73614 Schorndorf (DE). **DIEHL,**
Lothar [DE/DE]; Panoramastr. 73/2, 70839 Gerlingen
(DE). **MOSER, Thomas** [DE/DE]; Herrenwiesenweg
7, 71701 Schwieberdingen (DE). **RODEWALD, Stefan**
[DE/DE]; Glemsstr. 9, 71254 Ditzingen (DE). **MAMEY,**
Marten [DE/DE]; Friedrichsruher Str. 30, 74613 Oehrin-
gen (DE). **KARLE, Juergen** [DE/DE]; Salzburger Strasse
12, 71277 Rutesheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: GAS SENSOR

(54) Bezeichnung: GASMESSFÜHLER



(57) Abstract: A gas sensor for the determination of at least one physical parameter of a gas, in particular the exhaust gases of an internal combustion engine, is disclosed, comprising a sensor element (10, 110) with an electrochemical cell. The electrochemical cell comprises a first solid electrolyte body (21, 121), on which a first electrode (41, 141, 241) and a second electrode (42, 142) are mounted. The first and the second electrodes (41, 141, 241, 42, 142) are electrically connected through the first solid electrolyte body (21, 121). The first electrode (41, 141, 241) is in contact with the gas. The surface of the first electrode (41, 141, 241) is smaller than the surface of the second electrode (42, 142).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/036281 A2



(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Gasmessfühler zum Nachweis mindestens einer physikalischen Grösse eines Gases, insbesondere von Abgasen eines Verbrennungsmotors, vorgeschlagen, der ein Sensorelement (10, 110) mit einer elektrochemischen Zelle enthält. Die elektrochemische Zelle umfasst einen ersten Festelektrolytkörper (21, 121), auf dem eine erste Elektrode (41, 141, 241) und eine zweite Elektrode (42, 142) aufgebracht sind. Die erste und die zweite Elektrode (41, 141, 241, 42, 142) durch den ersten Festelektrolytkörper (21, 121) elektrisch verbunden. Die erste Elektrode (41, 141, 241) steht in Kontakt zu dem Gas. Die Fläche der ersten Elektrode (41, 141, 241) ist kleiner als die Fläche der zweiten Elektrode (42, 142).

5

0

Gasmeßfühler

Stand der Technik

5

Die Erfindung geht aus von einem Gasmeßfühler nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

0

Ein derartiger Gasmeßfühler ist beispielsweise aus der DE 199 41 051 A1 zum Einsatz in der Abgasanalyse von Verbrennungsmotoren beschrieben. Der Gasmeßfühler dient der Regelung des Luft-/Kraftstoffverhältnisses von Verbrennungsgemischen in Kraftfahrzeugmotoren und enthält ein Sensorelement, in dem eine Konzentrationszelle (Nernstzelle) mit einer elektrochemischen Pumpzelle kombiniert wird.

5

0

Die Konzentrationszelle des Sensorelements weist eine in einem Meßgasbereich angeordnete Meßelektrode und eine in einem Referenzgasbereich angeordnete Referenzelektrode auf. Die beiden Elektroden sind auf einem Festelektrolytkörper aufgebracht und über den Festelektrolytkörper elektrisch verbunden. Der Meßgasbereich, in dem die Meßelektrode angeordnet ist, ist über eine Diffusionsbarriere und ein Gaszutrittsloch mit dem Abgas außerhalb des Sensorelements verbunden. Der Referenzgasbereich steht über eine auf der dem Meßgasbereich abgewandten Seite des Sensorelements gelegenen Öffnung mit einer Referenzatmosphäre in

5

Verbindung. Meßgasbereich und Referenzgasbereich liegen in derselben Schichtebene des als Schichtsystem aufgebauten Sensorelements und sind durch einen gasdichten Trennkörper getrennt. Bei unterschiedlichen Sauerstoffpartialdrücken in Meßgasbereich und Referenzgasbereich bildet sich zwischen der Meßelektrode und der Referenzelektrode eine sogenannte Nernstspannung aus. Bei konstantem Sauerstoffpartialdruck im Referenzgasraum kann aus der Nernstspannung der Sauerstoffpartialdruck im Meßgasbereich ermittelt werden.

Die Pumpzelle des Sensorelements weist eine auf einer Außenfläche des Sensorelements angeordnete, dem Abgas ausgesetzte ringförmige Außenpumpelektrode und eine im Meßgasbereich auf dem Festelektrolytkörper angeordnete, ebenfalls ringförmige Innenpumpelektrode auf. Die Innenpumpelektrode kann mit der Meßelektrode der Nernstzelle zusammenfallen oder mit ihr elektrisch verbunden sein. Die Außenpumpelektrode weist einen größeren Außenradius und einen kleineren Innenradius als die Innenpumpelektrode auf, so daß die Fläche der Außenpumpelektrode größer ist als die Fläche der Innenpumpelektrode. Die Elektroden sind über Zuleitungen mit auf der den Elektroden abgewandten Seite des Sensorelements angeordneten Kontaktflächen elektrisch verbunden. Die Zuleitungen der Elektroden, insbesondere die Zuleitung der Außenpumpelektrode, ist durch eine Isolationsschicht gegen den Festelektrolytkörper elektrisch isoliert.

Durch Anlegen einer Pumpspannung zwischen der Außenpumpelektrode und der Innenpumpelektrode pumpt die Pumpzelle Sauerstoffionen über den Festelektrolytkörper aus dem Meßgasbereich in das Abgas oder umgekehrt aus dem Abgas in den Meßgasbereich. Die Pumpspannung wird durch eine äußere Beschaltung so geregelt, daß zwischen den Elektroden der Nernstzelle eine Nernstspannung von ungefähr 450 mV anliegt, was einem Sauerstoffpartialdruck im Meßgasbereich

- 3 -

von $\lambda=1$ entspricht (stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis). Dementsprechend wird im Falle eines mageren Abgases ($\lambda>1$) Sauerstoff aus dem Meßgasbereich herausgepumpt, wobei der in der Pumpzelle fließende Pumpstrom durch den Diffusionsstrom der durch die Diffusionsbarriere in den Meßgasbereich strömenden Sauerstoffmoleküle begrenzt ist. Bei fettem Abgas ($\lambda<1$) wird Sauerstoff in den Meßgasbereich hineingepumpt, und der in der Pumpzelle fließende Pumpstrom wird durch den Diffusionsstrom der durch die Diffusionsbarriere strömenden, im Meßgasbereich Sauerstoff verbrauchenden Gasmoleküle begrenzt (der in den Meßgasbereich gepumpte Sauerstoff reagiert dort mit den Sauerstoff verbrauchenden Gasmolekülen). Der Diffusionsstrom ist bei magerem Abgas proportional zur Sauerstoffkonzentration des Abgases und bei fettem Abgas proportional zur Konzentration der Sauerstoff verbrauchenden Gasmoleküle. Damit läßt sich aus dem Pumpstrom der Sauerstoffpartialdruck des Abgases beziehungsweise der Partialdruck der Sauerstoff verbrauchenden Gasmoleküle ermitteln.

Aus der DE 199 60 329 A1 ist ein Gasmeßfühler mit einem ähnlichen Sensorelement bekannt. Im Unterschied zu dem in der DE 199 41 051 A1 beschriebenen Sensorelement sind der Meßgasbereich und der Referenzgasbereich in unterschiedlichen Schichtebenen angeordnet. Die Flächen der Außenpumpelektrode und der Innenpumpelektrode sind gleich.

Bei derartigen Sensorelementen ist nachteilig, daß bei einem Wechsel der Richtung des Pumpstroms, der im Betrieb des Gasmeßfühlers zum Beispiel bei einem Wechsel von magerem zu fettem Abgas erfolgt, ein Überschwinger beziehungsweise ein Gegenschwinger im Sondensignal hervorgerufen wird. Diese sogenannte $\lambda=1$ -Welligkeit beeinträchtigt die Auswertung des Sondensignals.

Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Gasmessfühler gemäß dem unabhängigen Anspruch hat den Vorteil, daß die $\lambda=1$ -Welligkeit stark
5 verringert oder ganz vermieden wird.

Das Sensorelement enthält eine elektrochemische Zelle, die eine auf einer dem Gas zugewandten Außenfläche des Sensorelements angeordnete erste Elektrode
0 (Außenpumpelektrode) und eine in einem Meßgasbereich angeordnete zweite Elektrode (Innenpumpelektrode, Meßelektrode) sowie einen zwischen den beiden Elektroden angeordneten, diese elektrisch verbindenden Festelektrolytkörper aufweist. Die erste Elektrode ist
5 direkt dem Abgas ausgesetzt, dessen Sauerstoffpartialdruck starken Änderungen unterliegt. Bei magerem, also sauerstoffreichem Abgas weist auch der Festelektrolyt im Bereich der ersten Elektrode einen hohen Anteil an Sauerstoff auf. Da der Sauerstoff im Festelektrolyt in Form
0 von Ionen vorliegt, bildet sich bei magerem Abgas im Bereich der ersten Elektrode eine große Ladungsmenge aus. Dementsprechend liegt bei fettem, sauerstoffarmem Abgas im Bereich der ersten Elektrode eine geringe Ladungsmenge vor. Die zweite Elektrode ist dagegen einem weitgehend konstanten
5 Sauerstoffpartialdruck ausgesetzt, da im Meßgasbereich ein Sauerstoffpartialdruck von $\lambda=1$ eingestellt wird.

Es hat sich gezeigt, daß die sich bei magerem Abgas ausbildende Ladungsmenge im Bereich der ersten Elektrode bei
0 einer Umkehr der Pumpspannung zu der $\lambda=1$ -Welligkeit führt. Daher wird zur Verminderung der Ladungsmenge an der ersten Elektrode die Fläche der ersten Elektrode vermindert. Da die Ladungsmenge an der zweiten Elektrode geringeren Schwankungen unterliegt, kann die Fläche der zweiten
5 Elektrode größer als die Fläche der ersten Elektrode sein, ohne daß dadurch die $\lambda=1$ -Welligkeit verstärkt würde.

- 5 -

Durch die in den abhängigen Ansprüchen genannten Maßnahmen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des im unabhängigen Anspruch angegebenen Gasmeßfühlers möglich.

5

.0

.5

:0

:5

Vorteilhaft sind die erste und zweite Elektrode so gestaltet, daß neben einer Verminderung der $\lambda=1$ -Welligkeit auch ein ausreichend niedriger Widerstand zwischen erster und zweiter Elektrode vorliegt. Bei einem niedrigen Widerstand reicht eine vergleichsweise niedrige Pumpspannung, um einen für die Regelung auf $\lambda=1$ ausreichenden Pumpstrom hervorzurufen. Da eine größere Elektrodenfläche einen niedrigeren Widerstand bedeutet, wird die zweite Elektrode daher deutlich größer als die erste Elektrode ausgelegt. Beträgt die Fläche der ersten Elektrode das 0,06-fache bis 0,6-fache der Fläche der zweiten Elektrode, so wird bei ausreichend niedrigem Widerstand zwischen erster und zweiter Elektrode besonders wirkungsvoll die $\lambda=1$ -Welligkeit vermindert. Die ringförmige erste Elektrode weist vorteilhaft einen Außenradius im Bereich von 1,1 bis 1,7 mm, vorzugsweise 1,4 mm, und einen Innenradius von 0,3 bis 0,9 mm, vorzugsweise 0,6 mm, auf. Der Außenradius der ringförmigen zweiten Elektrode liegt im Bereich von 1,7 bis 2,1 mm, insbesondere bei 1,9 mm, und der Innenradius im Bereich von 0,8 bis 1,2 mm, vorzugsweise bei 1,0 mm.

.0

5

In einer Abwandlung der Erfindung ist die erste und die zweite Elektrode elliptisch geformt und weist eine elliptische Aussparung auf, wobei das Verhältnis von Hauptachse zu Nebenachse im Bereich von 2:1 bis 1,1:1 vorzugsweise bei 1,5:1 liegt. Bei mit einem Heizer versehenen Sensorelementen bildet sich eine Temperaturverteilung aus, bei der in den Großflächen des Sensorelements, beispielsweise auf der Außenfläche, auf der die erste Elektrode aufgebracht ist, Bereiche mit gleicher

- 6 -

Temperatur elliptisch geformt sind. Daher wird durch eine elliptische Formung der Elektroden erreicht, daß die Temperaturunterschiede in verschiedenen Bereichen der Elektrodenfläche vermindert werden.

5

Vorteilhaft enthält die erste und die zweite Elektrode eine Aussparung, in der eine Gaszutrittsöffnung liegt, über die das Gas in den Meßgasbereich gelangen kann. Das Sensorelement weist weiterhin einen Referenzgasbereich auf, der eine Referenzluft mit einem ausreichend konstanten Sauerstoffpartialdruck enthält. Im Referenzgasbereich ist eine dritte Elektrode angeordnet. Vorteilhaft ist der Referenzgasbereich in der Schichtebene des Meßgasbereichs vorgesehen.

.0

.5

Unter der Elektrode ist bei der hier beschriebenen Erfindung derjenige Bereich der auf einem Festelektrolytkörper aufgebrachten Leiterbahn zu verstehen, der direkt mit dem Festelektrolytkörper in Kontakt steht und daher elektrisch mit dem Festelektrolytkörper verbunden ist. Dagegen wird derjenige Bereich der Leiterbahn, der vom Festelektrolytkörper elektrisch isoliert ist, als Zuleitung der Elektrode bezeichnet. Die Leiterbahn wird also in den Bereichen, in denen sie direkt auf den Festelektrolytkörper aufgebracht ist und in denen sie aufgrund ihrer elektrochemischen Eigenschaften einen Beitrag zum Meßsignal leistet, als Elektrode und in den Bereichen, in denen sie vom Festelektrolytkörper elektrisch isoliert ist und nicht oder nur in geringem Umfang zum Meßsignal beiträgt, als Zuleitung zur Elektrode bezeichnet.

20

25

30

Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist der kürzeste Abstand zwischen der ersten Elektrode und einer im Referenzgasbereich angeordneten dritten Elektrode deutlich größer als der Abstand zwischen der ersten und der zweiten Elektrode, der der Schichtdicke des ersten

35

- 7 -

Festelektrolytkörpers entspricht. Durch eine Vergrößerung des Abstandes steigt auch der Widerstand zwischen erster und dritter Elektrode, wodurch die Ankopplung der ersten Elektrode an die dritte Elektrode und damit die $\lambda=1$ -Welligkeit weiter verringert wird. Hierzu ist beispielsweise die Zuleitung der ersten Elektrode zumindest bereichsweise in dem Abschnitt angeordnet, der durch die senkrechte Projektion der zweiten Elektrode auf die Großfläche der ersten Elektrode gebildet wird. Das heißt, die Leiterbahn der ersten Elektrode weist einen Teilbereich auf, der im Bereich der Projektion der zweiten Elektrode auf der Großfläche der ersten Elektrode liegt und in dem die Leiterbahn der ersten Elektrode durch eine Isolation gegen den ersten Festelektrolytkörper elektrisch isoliert ist. Bei einem Sensorelement, bei dem der Meßgasbereich und der Referenzgasbereich in derselben Schichtebene angeordnet sind, ist der isolierte Teilbereich vorteilhafterweise auf der beziehungsweise angrenzend an die dem Referenzgasbereich zugewandten Seite der ersten Elektrode vorgesehen.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 einen Schnitt entlang der Längsachse eines Sensorelements eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Gasmeßfühlers, Figur 2 einen Schnitt senkrecht zur Längsachse des Sensorelements eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Gasmeßfühlers, Figur 3 und Figur 4 eine Aufsicht auf das Sensorelement des ersten und zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung, Figur 5 einen Schnitt entlang der Längsachse des Sensorelements eines dritten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Gasmeßfühlers gemäß der Linie V - V in Figur 6 und Figur 6 eine Aufsicht

auf das Sensorelement des dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

5 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1 zeigt als erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Sensorelement 10 eines als Breitband-Lambdasonde bezeichneten Gasmeßfühlers. Das Sensorelement 10 ist als
.0 Schichtsystem aufgebaut und enthält einen ersten, einen zweiten und einen dritten Festelektrolytkörper 21, 22, 23. In den ersten Festelektrolytkörper 21 ist ein Gaszutrittsöffnung 36 eingebracht. Zwischen dem ersten und dem zweiten Festelektrolytkörper ist ein Meßgasbereich 31,
.5 ein Referenzgasbereich 32, ein Trennkörper 33, eine Diffusionsbarriere 34 und ein Dichtrahmen 35 angeordnet. In der Mitte des flachen, hohlzylinderförmigen Meßgasbereichs 31 ist die ebenfalls hohlzylinderförmige Diffusionsbarriere 34 angeordnet, in deren Mitte das Gaszutrittsöffnung 36
!0 mündet. Das Meßgas kann durch das Gaszutrittsöffnung 36 über die Diffusionsbarriere 34 in den Meßgasbereich 31 gelangen. Der Trennkörper 33 bildet eine gasdichte Barriere zwischen dem Meßgasbereich 31 und dem Referenzgasbereich 32. Der kanalförmige Referenzgasbereich 32 enthält ein poröses
!5 Material und steht auf der dem Meßbereich abgewandten Seite des Sensorelements 10 mit einer Referenzatmosphäre in Verbindung. Meßgasbereich 31 und Referenzgasbereich 32 sind seitlich von einem Dichtrahmen 35 umgeben.

!0 Auf einer Außenfläche des ersten Festelektrolytkörpers 21 ist eine erste Elektrode 41 (Außenpumpelektrode) angeordnet, die von einer porösen Schutzschicht 45 überdeckt ist. Auf der der Außenfläche gegenüberliegenden Großfläche des ersten Festelektrolytkörpers 21 ist im Meßgasbereich 31 eine zweite
!5 Elektrode 42 (Meßelektrode, Innenpumpelektrode) vorgesehen. Im Referenzgasbereich 32 ist in der Schichtebene der zweiten

- 9 -

Elektrode 42 eine dritte Elektrode 43 (Referenzelektrode) vorgesehen. Die erste Elektrode 41 bildet zusammen mit der zweiten Elektrode 42 eine Pumpzelle, die durch eine äußere Beschaltung Sauerstoff in den oder aus dem Meßgasbereich 31 pumpt. Die durch die äußere Beschaltung an der Pumpzelle anliegende Pumpspannung wird so geregelt, daß im Meßgasbereich 31 ein vorbestimmter Sauerstoffpartialdruck vorliegt. Vorzugsweise wird ein Sauerstoffpartialdruck von $\lambda=1$ eingeregelt, das heißt, der Sauerstoffpartialdruck im Meßgasbereich 31 entspricht dem stöchiometrischen Luft/Kraftstoff-Verhältnis.

Der im Meßgasbereich 31 vorliegende Sauerstoffpartialdruck wird durch eine Nernstzelle bestimmt, die durch die zweite Elektrode 42 und die dritte Elektrode 43 gebildet wird. Mit der Nernstzelle wird eine durch unterschiedliche Sauerstoffpartialdrücke im Meßgasbereich 31 und im Referenzgasbereich 32 hervorgerufene Nernstspannung gemessen, die - wie oben beschrieben - zur Regelung der Pumpspannung verwendet wird. Bei einer alternativen, nicht dargestellten Ausführungsform kann die zur Nernstzelle gehörende Elektrode im Meßgasbereich 31 und/oder die zur Nernstzelle gehörende Elektrode im Referenzgasbereich 32 auf dem zweiten Festelektrolytkörper 22 aufgebracht sein.

Weiterhin kann zusätzlich zu der auf dem ersten Festelektrolytkörper 21 aufgebrachten zweiten und dritten Elektrode 42, 43 im Meßgasbereich 31 und/oder im Referenzgasbereich 32 auf dem zweiten Festelektrolytkörper 22 mindestens eine weitere zur Nernstzelle gehörende Elektrode angeordnet sein.

Zwischen dem zweiten und dem dritten Festelektrolytkörper 22, 23 ist ein Heizer 37 angeordnet, der durch eine Heizerisolation 38 von den umgebenden Festelektrolytkörpern 22, 23 elektrisch isoliert ist.

- 10 -

In Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, das sich vom ersten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, daß Meßgasbereich und Referenzgasbereich nicht in derselben Schichtebene, sondern in verschiedenen Schichtebenen des Sensorelements 110 angeordnet sind. Das Sensorelement 110 weist einen ersten, einen zweiten, einen dritten und einen vierten Festelektrolytkörper 121, 122, 123, 124 auf. Zwischen dem ersten und dem zweiten Festelektrolytkörper 121, 122 ist ein Meßgasbereich 131, eine Diffusionsbarriere 134 und ein Dichtrahmen 135 angeordnet. Das Abgas gelangt über eine in den ersten Festelektrolytkörper 121 eingebrachte Gaszutrittsöffnung 136 und über die Diffusionsbarriere 134 in den Meßgasbereich 131. In den dritten Festelektrolytkörper 123 ist ein Referenzgasbereich 132 eingebracht. Zwischen dem dritten und dem vierten Festelektrolytkörper 123, 124 ist ein Heizer 137 vorgesehen, der in einer Heizerisolation 138 eingebettet ist.

Auf der Außenfläche des ersten Festelektrolytkörpers 121 ist eine erste Elektrode 141 aufgebracht, die von einer porösen Schutzschicht 145 überdeckt ist. Im Meßgasbereich 131 ist auf dem ersten Festelektrolytkörper 121 eine zweite Elektrode 142 und auf dem zweiten Festelektrolytkörper eine dritte Elektrode 143 angeordnet. Im Referenzgasbereich 132 ist auf dem zweiten Festelektrolytkörper 122 eine vierte Elektrode 144 vorgesehen. Die erste und zweite Elektrode 141, 142 bilden mit dem ersten Festelektrolytkörper 121 eine Pumpzelle, die dritte und vierte Elektrode 143, 144 bilden mit dem zweiten Festelektrolytkörper 122 eine Nernstzelle. Die Funktionsweise dieser elektrochemischen Zellen entspricht der des ersten Ausführungsbeispiels.

Figur 3 zeigt die Anordnung der ersten Elektrode 41, 141 und der zweiten Elektrode 42, 142 auf dem ersten Festelektrolytkörper 21, 121 in einer ersten Ausführungsform

- 11 -

des ersten und zweiten Ausführungsbeispiels. Zur Vereinfachung der zeichnerischen Darstellung wurde die poröse Schutzschicht 45, 145 weggelassen. Die erste Elektrode 41, 141 ist ringförmig um die Gaszutrittsöffnung 36, 136 angeordnet. Der Innenradius der ersten Elektrode 41, 141 beträgt 0,6 mm, der Außenradius beträgt 1,4 mm. An die erste Elektrode 41, 141 schließt sich eine Zuleitung 41a, 141a an, die zu einer nicht dargestellten Kontaktfläche auf der den Elektroden abgewandten Seite des Sensorelements 10, 110 führt. Über die Kontaktfläche ist die erste Elektrode 41, 141 mit einer außerhalb des Gasmeßfühlers angeordneten Auswerteschaltung verbunden. Die Zuleitung 41a, 141a zur ersten Elektrode 41, 141 ist durch eine Isolationsschicht 47, 147 vom ersten Festelektrolytkörper 21, 121 elektrisch isoliert. Die Isolationsschicht 47, 147 folgt im Übergangsbereich zwischen erster Elektrode 41, 141 und Zuleitung 41a, 141a zur ersten Elektrode 41, 141 der kreisförmigen Außenkontur der ersten Elektrode 41, 141.

Die zweite Elektrode 42, 142 (in Figur 3 gestrichelt dargestellt) ist ebenfalls ringförmig um die Gaszutrittsöffnung 36, 136 angeordnet. Ihr Innendurchmesser beträgt 10 mm, ihr Außendurchmesser 20 mm. Damit beträgt die Fläche der ersten Elektrode 41, 141 ungefähr die Hälfte der Fläche der zweiten Elektrode 42, 142. Die zweite Elektrode 42, 142 sowie die weiteren Elektroden sind wie die erste Elektrode durch eine Zuleitung (nicht dargestellt) elektrisch kontaktiert.

In Figur 4 wird eine zweite Ausführungsform des ersten und zweiten Ausführungsbeispiels dargestellt. Zur Vereinfachung der zeichnerischen Darstellung wurde die poröse Schutzschicht 45, 145 sowie die Isolationsschicht 47, 147 weggelassen. In der zweiten Ausführungsform ist die erste Elektrode 41, 141 elliptisch geformt und weist eine elliptische Aussparung auf, in der die Gaszutrittsöffnung

- 12 -

36, 136 angeordnet ist. Das Verhältnis von Hauptachse zu Nebenachse sowohl der äußeren also auch der inneren Begrenzung der ersten Elektrode 41, 141 beträgt 1,5:1. Die zweite Elektrode (nicht dargestellt) ist wie die erste Elektrode 41, 141 elliptisch geformt, wobei die Fläche der zweiten Elektrode doppelt so groß ist wie die Fläche der ersten Elektrode 41, 141. Die Hauptachsen der beiden Ellipsen der inneren und der äußeren Begrenzung der ersten Elektrode 41, 141 sind parallel zur Längsachse des Sensorelements 10, 110.

Figur 5 und Figur 6 zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung, das sich vom ersten Ausführungsbeispiel in der Gestaltung der ersten Elektrode 241, der Zuleitung 241a zur ersten Elektrode 241, der Isolationsschicht 247 und der porösen Schutzschicht 245 unterscheidet. Die weiteren Elemente des Sensorelements des dritten Ausführungsbeispiels wurden mit den gleichen Bezugszeichen wie bei dem in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet.

Bei dem dritten Ausführungsbeispiel sind die erste Leiterbahn (also die erste Elektrode 241 und die Zuleitung 241a zur ersten Elektrode 241) und die zweite Leiterbahn (also die zweite Elektrode 42 und die nicht dargestellte Zuleitung zur zweiten Elektrode 42) zumindest im Bereich des Meßgasbereichs 31 des Sensorelements 10 gleich geformt. Damit entspricht die Projektion des ringförmig gestalteten Abschnitts der zweiten Leiterbahn, also im wesentlichen der Elektrode 42, auf die Außenfläche des ersten Festelektrolytkörpers 21 gerade der Form der ersten Leiterbahn in diesem Bereich. Die Zuleitung 241a der ersten Elektrode 241 ist durch die Isolationsschicht 247 vom ersten Festelektrolytkörper 21 elektrisch isoliert. Die Isolationsschicht 247 erstreckt sich auch in einen isolierten Teilbereich 250 der Projektion der zweiten Elektrode 242 auf die Außenfläche des ersten

Festelektrolytkörpers 21. Der isolierte Teilbereich 250 grenzt an die dem Referenzgasbereich 32 und der dritten Elektrode 43 zugewandte Seite der ersten Elektrode 241. Die Isolationsschicht 247 besteht im wesentlichen aus Aluminiumoxid.

Es sind Ausführungsformen des dritten Ausführungsbeispiels denkbar, bei denen die erste Leiterbahn und die zweite Leiterbahn auch im Meßbereich des Sensorelements 10 nicht formgleich sind. Insbesondere kann die erste Elektrode 241 kleiner als die zweite Elektrode 242 ausgestaltet sein, also beispielsweise einen kleineren Außenradius oder einen kleineren Innen- und Außenradius oder einen größeren Innenradius aufweisen als die zweite Elektrode 242.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt und läßt sich auch auf Sensorelemente mit anderem Aufbau übertragen, bei denen Funktionsstörungen aufgrund einer hohen Ladungsmenge im Bereich einer auf einer Außenfläche des Sensorelements aufgetragenen Elektrode auftreten.

5

.0 Ansprüche

.5

:0

:5

:0

:5

1. Gasmeßfühler, vorzugsweise zum Nachweis mindestens einer physikalischen Größe eines Gases, insbesondere von Abgasen eines Verbrennungsmotors, mit einem Sensorelement (10, 110), das einen ersten Festelektrolytkörper (21, 121) aufweist, auf dem eine erste Elektrode (41, 141, 241) und eine zweite Elektrode (42, 142) aufgebracht sind, wobei die erste und die zweite Elektrode (41, 141, 241, 42, 142) durch den ersten Festelektrolytkörper (21, 121) elektrisch verbunden sind, und wobei die erste Elektrode (41, 141, 241) in Kontakt zu dem Gas steht, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche der ersten Elektrode (41, 141, 241) kleiner als die Fläche der zweiten Elektrode (42, 142) ist.

2. Gasmeßfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche der ersten Elektrode (41, 141, 241) höchstens 60 Prozent, insbesondere zwischen 5 und 30 Prozent der Fläche der zweiten Elektrode (42, 142) beträgt.

3. Gasmeßfühler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Elektrode (41, 141, 241) auf einer dem Gas zugewandten Fläche des Sensorelements (10, 110) angeordnet ist, daß die zweite Elektrode (42, 142) in einem in das Sensorelement (10, 110) eingebrachten Meßgasbereich (31, 131) angeordnet ist, und

- 15 -

daß der erste Festelektrolytkörper (21, 121) eine Gaszutrittsöffnung (36, 136) aufweist, über die das Gas in den Meßgasbereich (31, 131) gelangen kann.

- 5 4. Gasmeßfühler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und/oder die zweite Elektrode (41, 141, 241, 42, 142) eine Aussparung aufweist, in der die Gaszutrittsöffnung (36, 136) angeordnet ist.
- 10 5. Gasmeßfühler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest bereichsweise ringförmige erste Elektrode (41, 141) einen Außenradius im Bereich von 1,0 bis 1,7 mm, insbesondere 1,2 mm, und einen Innenradius im Bereich von 0,3 bis 1,3 mm,
15 insbesondere 1,0 mm, aufweist, und daß die ringförmige zweite Elektrode (42, 142) einen Außenradius im Bereich von 1,7 bis 2,1 mm, insbesondere 1,9 mm, und einen Innenradius im Bereich von 0,8 bis 1,2 mm, insbesondere 1,0 mm, aufweist.
- 20 6. Gasmeßfühler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und/oder die zweite Elektrode (41, 141, 241, 42, 142) elliptisch mit einer elliptischen Aussparung ausgeführt ist, wobei das
25 Verhältnis von Hauptachse zu Nebenachse der Ellipsen im Bereich von 2:1 bis 1,1:1, insbesondere bei 1,5:1, liegt, und wobei die Hauptachse eine Parallele zur Längsachse des Sensorelements (10, 110) ist.
- 30 7. Gasmeßfühler nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Elektrode (41, 141, 241) sich bis zum Rand der Gaszutrittsöffnung (36, 136) erstreckt.
- 35 8. Gasmeßfühler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßgasbereich (31) und

- 16 -

ein Referenzgasbereich (32) und/oder eine im
Meßgasbereich (31) angeordnete Elektrode, insbesondere
die zweite Elektrode (42), und eine im Referenzgasbereich
(32) angeordnete Elektrode (43) in derselben Schichtebene
des Sensorelements (10) liegen.

9. Gasmeßfühler nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die elektrochemische Zelle
eine Pumpzelle ist und/oder daß das Sensorelement (10,
100) als weitere elektrochemische Zelle eine Nernstzelle
enthält, die mindestens eine in dem Meßgasbereich
angeordnete Elektrode (42, 143), insbesondere die zweite
Elektrode (42), und eine in einem Referenzgasbereich
angeordnete weitere Elektrode (43, 144) aufweist, wobei
die zweite und die weitere Elektrode (42, 143; 43, 144)
durch einen Festelektrolyten (21, 122) elektrisch
verbunden sind.

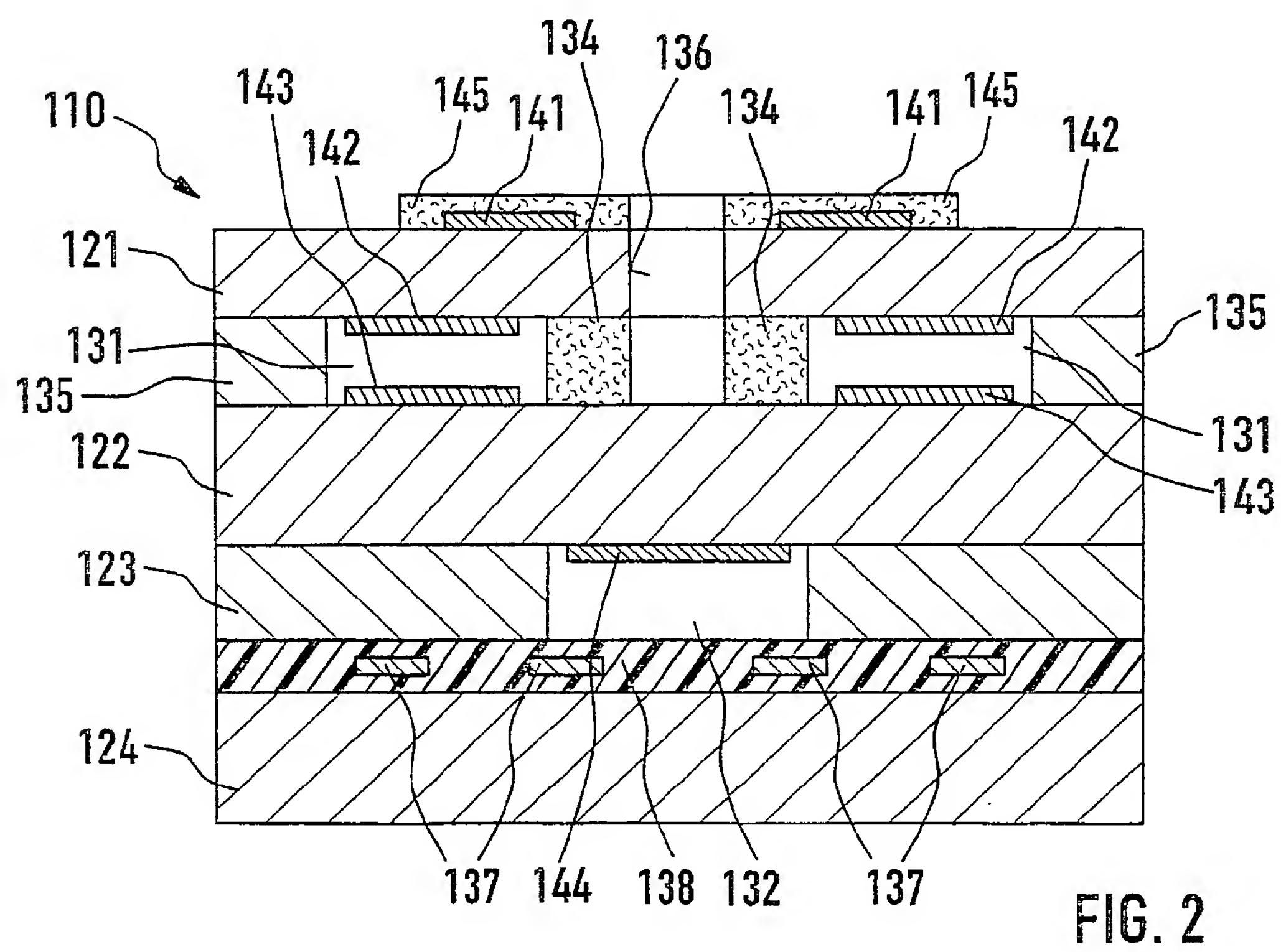
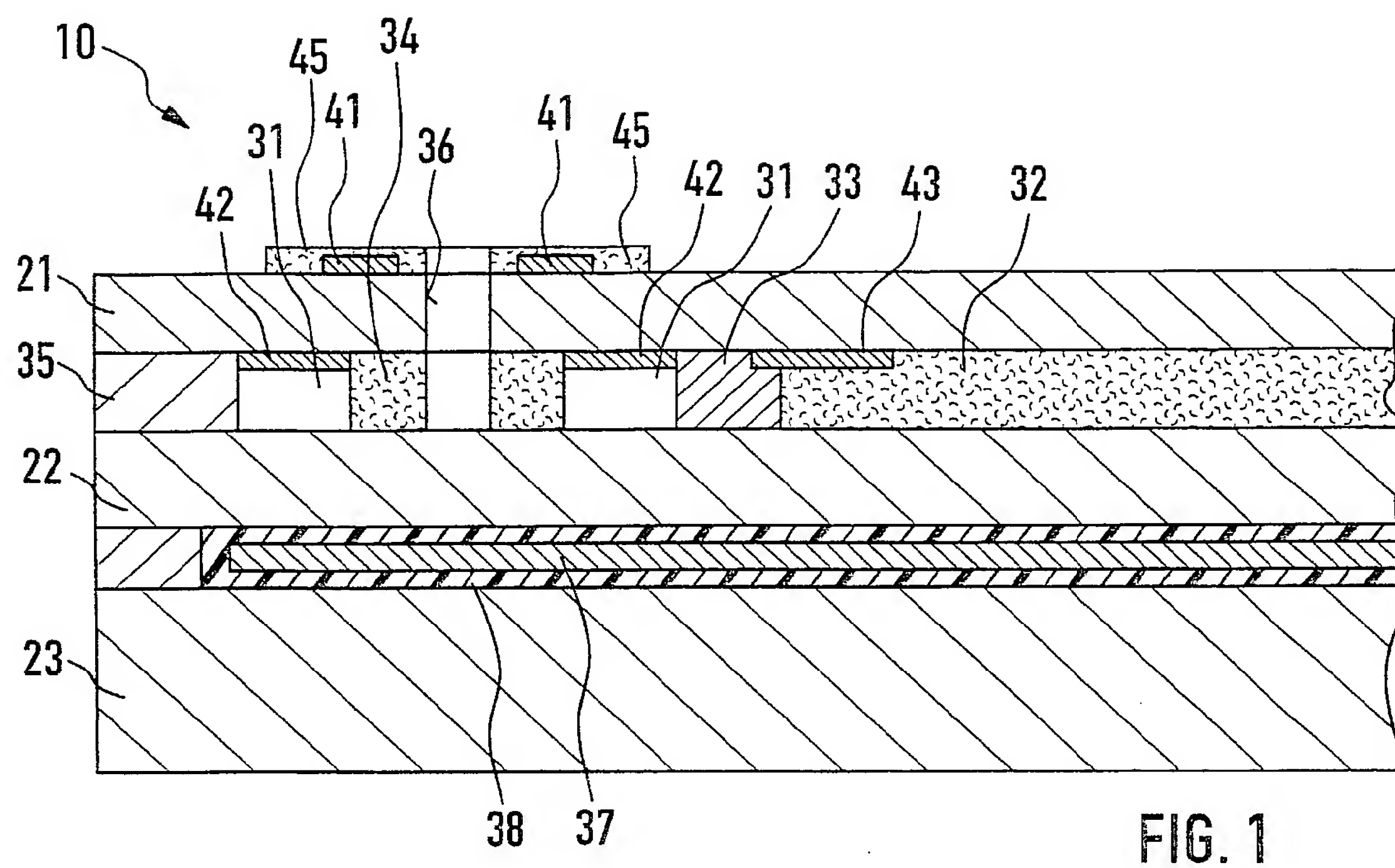
10. Gasmeßfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
im Bereich der senkrechten Projektion der zweiten
Elektrode (42) auf die Schichtebene der ersten Elektrode
(241) ein isolierter Teilbereich (250) vorgesehen ist, in
dem eine die erste Elektrode (241) und eine Zuleitung
(241a) zur ersten Elektrode (241) aufweisende Leiterbahn
durch eine Isolationsschicht (247) vom ersten
Festelektrolytkörper (21) elektrisch isoliert ist.

11. Gasmeßfühler nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
daß die zweite Elektrode (42) in einem in das
Sensorelement (10) eingebrachten Meßgasbereich (31)
angeordnet ist, daß in der Schichtebene des
Meßgasbereichs (31) ein Referenzgasbereich (32)
vorgesehen ist, und daß der isolierte Teilbereich (250)
angrenzend an die dem Referenzgasbereich (32) zugewandte
Seite der ersten Elektrode (241) vorgesehen ist.

- 17 -

12. Gasmeßfühler nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß in einem Referenzgasbereich
(32) eine dritte Elektrode (43) angeordnet ist, und daß
der kürzeste Abstand zwischen der ersten Elektrode (41,
241) und der dritten Elektrode (43) mindestens um 50
Prozent größer ist als die Schichtdicke des ersten
Festelektrolytkörpers (21).

10



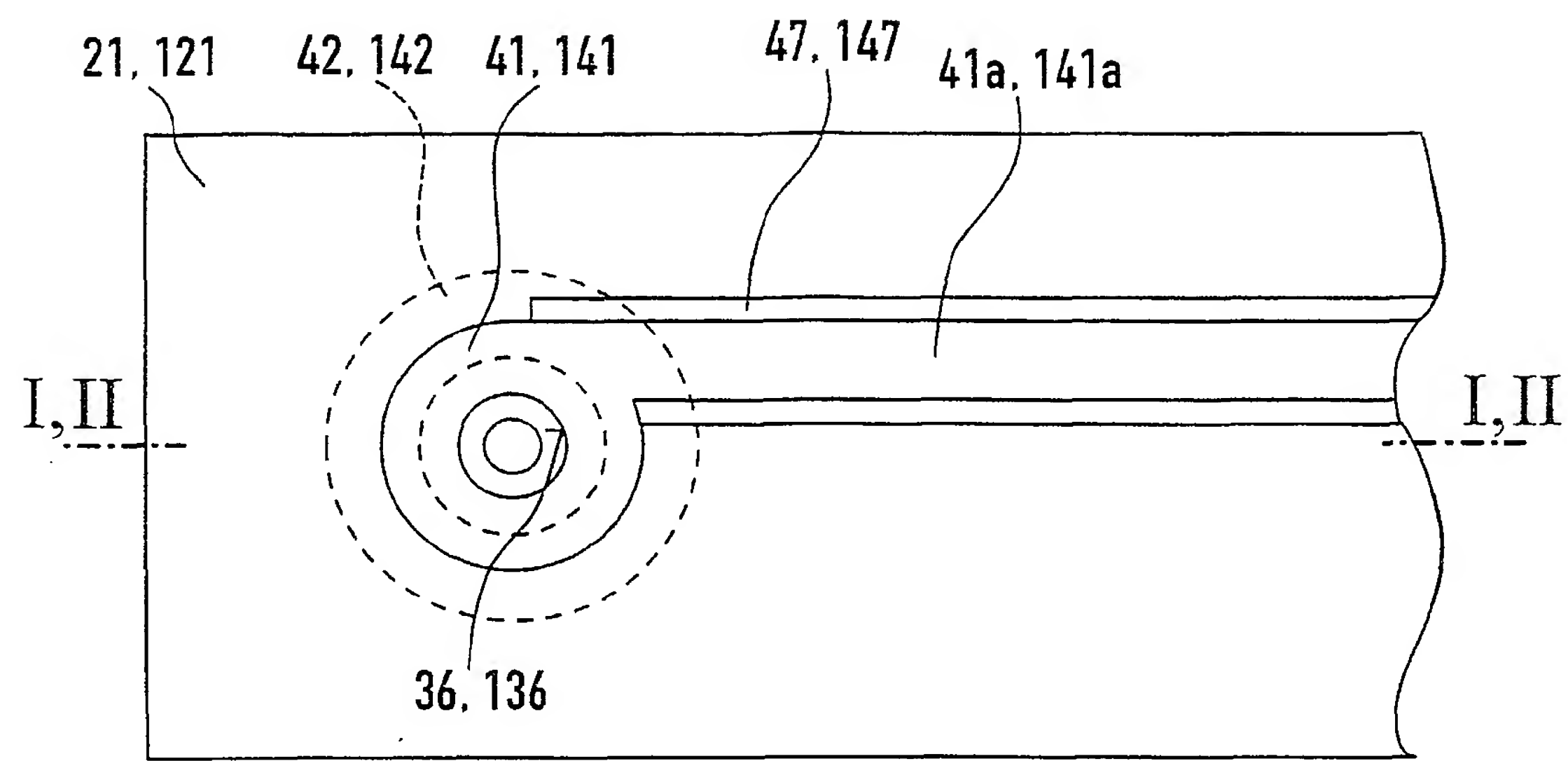


FIG. 3

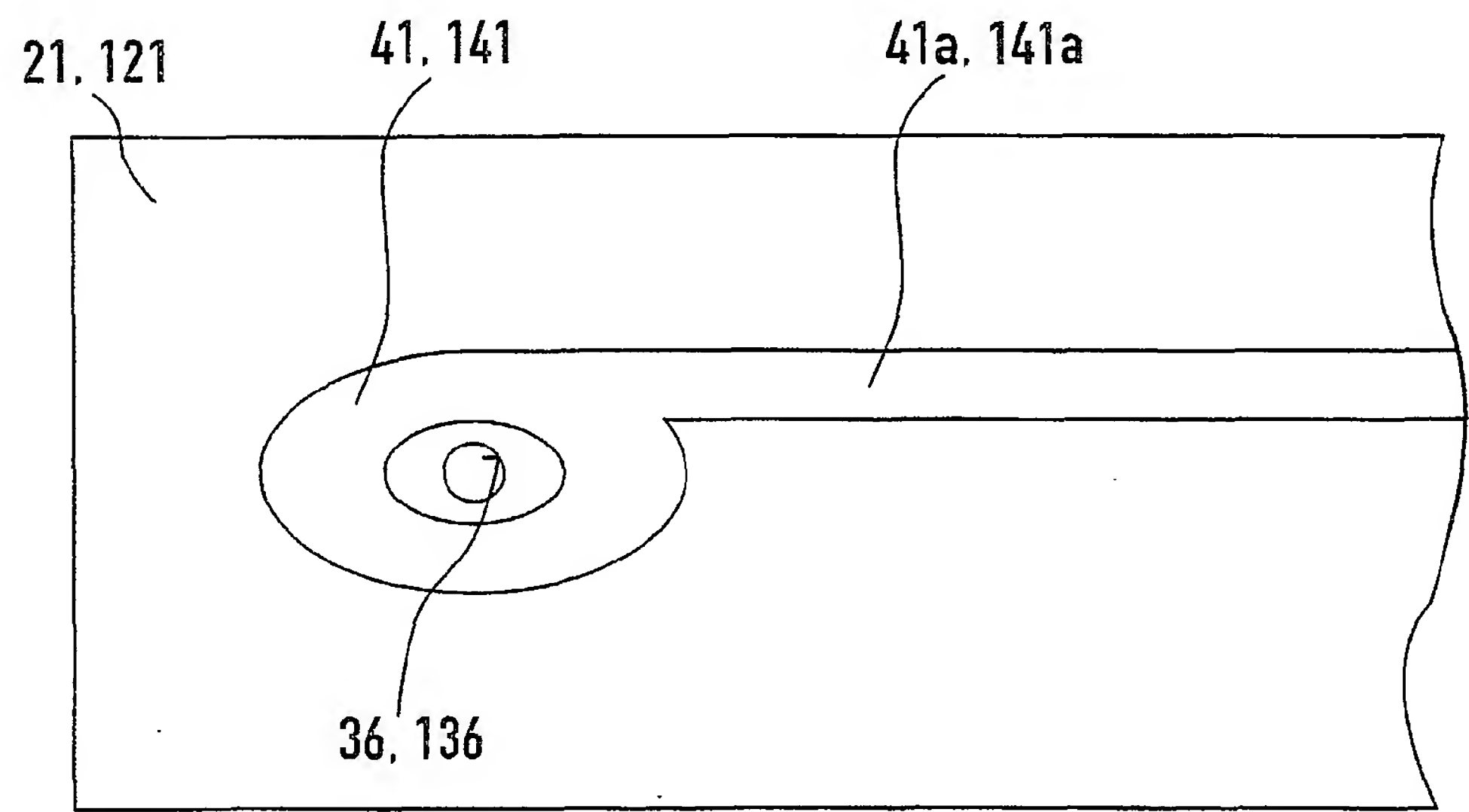


FIG. 4

